

## Cap. 3

# IL RISCHIO CHIMICO

Gli agenti chimici possono presentarsi negli ambienti di lavoro in forma solida, liquida o gassosa. La tossicità per l'uomo dipende, oltre che dalle caratteristiche intrinseche del prodotto, dalle modalità di esposizione. Gli agenti chimici sono classificati ed etichettati secondo una serie di frasi di rischio, che possono essere di aiuto nell'identificazione del rischio. Una volta identificato, il rischio chimico può essere misurato con opportune tecniche analitiche e confrontato con i valori di riferimento al fine di valutare l'entità del rischio per la salute dei lavoratori.

### 3.1 Gli agenti chimici

Gli agenti chimici possono presentarsi sotto varie forme (gas, vapori, nebbie o particelle a loro volta classificabili come polveri, fibre o fumi) e possono essere assorbiti per via inalatoria e talora anche cutanea. Possono causare effetti tossici immediati o tardivi, in base alle loro specifiche caratteristiche, all'intensità, alle modalità e alla frequenza di esposizione. Le caratteristiche dei rischi dipenderanno anche dal tipo e dalle condizioni dei processi produttivi e dalle caratteristiche strutturali e microclimatiche dell'ambiente in cui essi sono generati, oltre che dalla sensibilità dell'ospite.

Gli agenti chimici possono presentarsi in diversa forma fisica: solida, liquida, gassosa. Le polveri sono particelle solide, frequentemente immesse nell'ambiente di lavoro nel corso della manipolazione o nel trattamento dei prodotti, o possono essere generate a partire da materiali solidi attraverso processi di natura meccanica, quali molatura, frantumazione, macinatura e smerigliatura. Si raggruppano in due grandi categorie le polveri inorganiche (es.: asbesto, carbone, silice) e quelle organiche (polvere di legno, di cotone, grano, farina, ma anche pelo di animali, insetti, acari, pollini e spore fungine).

Ai fini sanitari, ha importanza non tanto la quantità di polvere presente nell'ambiente, ma quella che viene effettivamente a contatto con l'alveolo polmonare e che può essere quindi assorbita dall'organismo. Una volta inalata, il per-

corso che una specifica particella compie all'interno dell'albero respiratorio dipende da tre principali parametri: le dimensioni, la densità e la forma. Le particelle più pesanti tendono a depositarsi per sedimentazione e impatto sulla superficie del tratto respiratorio più alto; quelle con una massa minore, prima di depositarsi, riescono a penetrare sin dentro le vie più basse, nella regione alveolare; quelle con la grandezza e il peso più piccoli rimangono sospese nell'aria per essere espirate o trattenute sul polmone per diffusione. Particelle fra loro differenti, ma con il medesimo diametro aerodinamico, possono sedimentare alla stessa velocità, e quindi depositarsi nello stesso tratto del sistema respiratorio. Il diametro aerodinamico correla in modo abbastanza preciso con la capacità delle particelle di penetrare a diverse profondità nel tratto respiratorio, e con la probabilità di andare a depositarsi nei punti critici dell'apparato respiratorio.

In base alle dimensioni delle particelle, possiamo individuare tre frazioni: la frazione inalabile, che costituisce la quota di tutte le particelle aerodisperse inalate attraverso il naso e/o la bocca che viene captata dalla mucosa del naso, dell'orofaringe e del laringe; la frazione toracica, che rappresenta la quota di particelle che penetra nel sistema respiratorio oltre la laringe; la frazione respirabile, che rappresenta la quota di particelle inalate che raggiunge le vie aeree prive di apparato ciliare, cioè la regione alveolare.

Le fibre possono derivare da minerali normalmente presenti in natura, quali l'asbesto, o da fonti artificiali, come le fibre di vetro, le lane minerali e le fibre ceramiche. In igiene del lavoro viene definita respirabile una fibra che ha una lunghezza maggiore di 5 micrometri, con un rapporto lunghezza/larghezza almeno di 3:1 ed un diametro minore di 3 micrometri. Asbesto è un termine generico utilizzato per indicare un gruppo di minerali silicati idrati di forma fibrosa, molto diffusi in natura, largamente utilizzati nel passato in ragione di diverse loro proprietà molto utili, quali la flessibilità, l'elevata resistenza alla trazione, la notevole resistenza chimica e termica, la bassa combustibilità. L'asbesto si trova in natura sotto forma di due specie minerali: serpentino ed anfibolo. Il serpentino include il crisotilo (asbesto bianco o adamantino), l'anfibolo include l'actinolite, l'amosite (asbesto bruno o marrone), l'antofillite, la crocidolite (asbesto blu) e la tremolite. La maggior parte dell'asbesto estratto è stata utilizzata per la manifattura di cemento refrattario, mattonelle e piastrelle, e come componente delle pastiglie degli impianti frenanti e dei dischi delle frizioni e come coibentante per manufatti, abbigliamento speciale, guarnizioni, rivestimenti e isolanti. Con la Legge 257/92 il nostro legislatore ha vietato l'estrazione, la produzione e la commercializzazione di amianto e manufatti contenenti amianto.

I fumi sono particelle solide, generate per condensazione dallo stato gassoso, generalmente dopo volatilizzazione da materiali fusi allo stato liquido. Il fumo viene prodotto dalla combustione incompleta di materiali contenenti carbonio, come legno, carbone, olio e tabacco. Il diametro delle particelle, che possono agglomerarsi a formare catene, è di solito inferiore a 0.5 micrometri. Le condizioni in cui si producono fumi portano alla contemporanea produzione di

gas che possono contenere goccioline. La formazione di fumi è spesso accompagnata da una reazione chimica, per esempio una ossidazione. Quando si riscalda un metallo, alcuni atomi si disperdono nell'aria formando una mistura gassosa. Questi atomi reagiscono rapidamente con l'ossigeno e ricondensano, formando dei vapori estremamente fini, di diametro compreso tra 0.001 e 1.0 micrometri. Queste particelle spesso confluiscono a formare aggregati di più grandi dimensioni. Fumi e vapori di ossido di piombo si formano durante la fusione del metallo, nella saldatura ad arco voltaico si forma ossido di ferro, e l'asfalto molto caldo nelle operazioni di cottura porta alla volatilizzazione di idrocarburi policiclici aromatici.

Le nebbie sono goccioline liquide sospese nell'aria che si formano per atomizzazione di liquidi in seguito a gorgogliamento, ebollizione, nebulizzazione, spruzzo e agitazione, ad esempio le nebbie derivanti dagli oli utilizzati per il taglio di metalli, le nebbie acide derivanti dai processi di placcatura per elettrolisi e le nebbie provenienti dalla atomizzazione degli antiparassitari. Le dimensioni delle goccioline variano in base alle condizioni ed alla composizione del liquido in un ambito che va da 0.01 a 150 micrometri.

“Aerosol” è un sistema disperso di particelle liquide o solide sospeso in aria. Gli aerosol si possono trovare frequentemente negli ambienti di lavoro; essi vengono prodotti nel corso dei processi industriali e delle attività lavorative, come polveri, fibre, vapori, nebbie e fumi. Il termine bioaerosol si riferisce ad un'ampia gamma di particelle (solide o liquide) sospese nell'aria derivanti da materia vivente, come microrganismi, batteri, virus e allergeni, con dimensioni che vanno da quelle submicrometriche dei virus, a quelle delle spore fungine, che possono superare i 100 micrometri di diametro. L'aria di un ambiente confinato “pulito” può contenere centinaia di tipi di particelle biologiche, e non esiste indagine tecnica che possa completamente determinarne l'entità. I bioaerosol possono essere costituiti oltre che da funghi, batteri, virus, alghe, anche da amebe, polline, endotossine batteriche e tossine fungine sotto forma di composti volatili o solubili. Essi possono contenere anche parti di piante e di insetti, parti di animali e rifiuti come saliva, urine, feci e scaglie di pelle.

Un gas è un fluido senza forma che occupa uno spazio più o meno delimitato e che può passare allo stato liquido o solido solo attraverso l'effetto continuo di incrementi di pressione e/o decrementi di temperatura. Per questo motivo, i gas di solito non si trovano allo stato liquido o solido alle normali condizioni di temperatura e pressione che possiamo trovare in un ambiente temperato. Alcuni gas esplicano effetti irritanti sull'apparato respiratorio; la sede della lesione è in gran parte influenzata dalla solubilità del gas. Ad esempio, gas con un'elevata solubilità in acqua, come fluoruro di idrogeno e ammoniaca, tendono a dissolversi rapidamente nel film di mucogel che riveste le vie aeree del tratto respiratorio superiore, producendo sintomi irritativi immediati. Gas irritanti meno solubili in acqua, come biossido di azoto, ozono e fosgene, raggiungono invece i bronchioli e gli alveoli, dove si dissolvono più lentamente e possono

causare polmoniti ed edema polmonare alcune ore dopo la cessazione dell'esposizione. Alcuni gas agiscono come asfissianti, sia interrompendo l'apporto di ossigeno (asfissianti semplici) sia inibendo gli scambi di ossigeno a livello tissutale (asfissianti chimici). Alcuni esempi di asfissianti semplici sono l'anidride carbonica, il metano e l'azoto, che possono causare la morte spiazzando l'ossigeno dall'aria inspirata; questo rischio interessa i lavoratori che svolgono la loro attività in spazi ristretti e limitati. Gli asfissianti chimici, invece, bloccano il trasporto e l'utilizzo dell'ossigeno a livello cellulare. Tra questi abbiamo il monossido di carbonio, prodotto della combustione incompleta, il cianuro, rilasciato nelle operazioni di cromatura per elettrolisi e negli incendi, il solfuro di idrogeno, che contamina le fognature, le miniere di carbone, raffinerie petrolchimiche e industrie manifatturiere della gomma. I vapori di isocianati possono causare effetti allergici che danneggiano direttamente i polmoni o compromettono gli scambi gassosi.

Il vapore è la forma gassosa di una sostanza che, a temperatura e pressione standard (STP 293°K e 760 mmHg), si presenta allo stato solido o liquido. Il vapore può ritornare allo stato originario (liquido o solido) incrementando la pressione o diminuendo la temperatura. Conoscere la pressione di vapore (VP) di una sostanza chimica è di estrema utilità, dal momento che questo parametro è strettamente correlato con la propensione della sostanza chimica a volatilizzare; tale tendenza aumenta il rischio d'inalazione. La relazione che esiste tra pressione di vapore e temperatura non è di tipo lineare; la pressione di vapore è di solito riferita ad un unico valore di temperatura, ad esempio 20°C.

Indicativamente, i composti volatili hanno un valore di pressione di vapore maggiore di 1 mmHg a temperatura ambiente e si trovano esclusivamente in fase di vapore, i composti semivolatili hanno una pressione di vapore da  $10^{-7}$  a 1 mmHg e possono presentarsi sia sotto forma di vapore che di particelle, i composti non-volatili hanno un valore di VP minore di  $10^{-7}$  mm Hg .

Per prendere in considerazione la tossicità di un materiale, in relazione alla sua volatilità, si possono utilizzare i valori di VP per calcolare il "rapporto di pericolo di vapore" (*vapour hazard ratio* - VHR), così definito:

$$VHR = SC/OEL$$

Dove OEL è il relativo limite di esposizione occupazionale per una sostanza (in ppm) e SC la concentrazione di saturazione (anch'essa espressa in ppm). SC viene così definita:

$$SC = VP_{STP} \times 10^6 / BP$$

Dove BP è la pressione barometrica (760 mmHg).

Altra importante proprietà fisica dei gas e dei vapori è la densità. Viene definita densità di vapore il peso di un gas o di un vapore in relazione al peso di un

eguale volume di aria. Così, se la densità di vapore è inferiore all'unità, il materiale in questione sarà più leggero dell'aria, e tenderà a salire e a disperdersi nell'aria, se non verrà confinato in uno spazio ristretto, come nel caso dell'idrogeno. Se la densità di vapore è maggiore dell'unità (quindi più pesante dell'aria), il gas in questione tenderà verso il basso, accumulandosi in strati al suolo, come nel caso dell'anidride carbonica, del cloro e della trielina. Molti prodotti chimici organici (solidi, liquidi e gassosi) sono infiammabili se combinati nella giusta misura con aria ed in presenza di una sorgente di ignizione (superfici molto calde, scintille elettriche o generate dall'attrito, fiamma). Molte sostanze inorganiche non sono invece infiammabili, ad eccezione di idrogeno, fosforo, solfuro, magnesio, alluminio e titanio. Le caratteristiche di combustione di sostanze solide e liquide si basano su alcuni parametri così definiti:

- Limiti di infiammabilità: il LEL (limite di esplosività inferiore) e lo UEL (limite di esplosività superiore) sono rispettivamente la più bassa e la più alta concentrazione di gas o vapore nell'aria capace di infiammarsi. Il range di infiammabilità è la differenza numerica tra LEL e UEL.
- Flash point (punto di scoppio, di esplosione): la minima temperatura alla quale viene rilasciata una quantità di vapore sufficiente a formare una miscela con l'aria in grado di infiammarsi.
- Temperatura di autocombustione: la più bassa temperatura alla quale il materiale in questione si infiammerà spontaneamente.
- Fire point (punto di fuoco): la più bassa concentrazione alla quale il calore derivante dalla combustione di un vapore è in grado di produrre dell'altro vapore sufficiente a mantenere il processo di combustione.

Parecchi tipi di particolato solido, soprattutto materiali organici, in combinazione con la giusta quantità di aria, ed in presenza di una sorgente di ignizione, possono formare miscele esplosive. Le più gravi esplosioni di miscele contenenti polveri si verificano con particelle di diametro tra 10 e 50 micrometri. In presenza di particelle più grossolane di diametro maggiore di 200 micrometri, il rischio di esplosione è di gran lunga inferiore.

Alcune polveri possono dare luogo a gravi esplosioni: tra queste ricordiamo alcune polveri considerate innocue, come quelle generate dalla lavorazione dello zucchero e dell'amido, così come per alcuni metalli come zinco e alluminio. Anche altri materiali, come carbone, legno, grano e diverse materie plastiche possono formare nubi di polveri esplosive.

### **3.2 Classificazione degli agenti chimici**

Oltre agli effetti sanitari, gli agenti chimici possono presentare anche rischi di natura fisica a causa della loro potenziale infiammabilità, esplosività, e della capacità di dare luogo a reazioni pericolose.

Nei paesi europei la classificazione, il confezionamento e l'etichettatura di

sostanze e preparazioni pericolose sono regolamentati sulla base di Direttive comunitarie, recepite mediante norme specifiche in ciascuno stato. In tali norme sono fissate le informazioni da indicare nelle schede di sicurezza, basate su un sistema di simboli, categorie di pericolo e frasi di rischio sintetiche.

Una classificazione delle sostanze chimiche in funzione della loro pericolosità è stata predisposta da una apposita Commissione della CEE che dal 1967 (Direttiva CEE n. 67/548 del 27/6/1967) attraverso diverse modifiche, ha portato nel 1979 alla direttiva CEE 79/831 del 18/9/1979 e che l'Italia ha recepito con il DPR 927 del 24/11/81, nota come 6° modifica. Questa normativa contiene le direttive che contemplano un comune modo di identificare i prodotti chimici nei paesi membri. Essa prevede la suddivisione delle sostanze in varie classi o categorie di rischio. Ciascuna classe è contraddistinta da una lettera e da un simbolo internazionale che devono essere riportati sulle etichette delle confezioni commerciali e su cartelli esposti nei luoghi di lavoro. L'elenco delle frasi di rischio è riportata in tabella 3.1; la figura 3.1 riporta i corrispondenti simboli di pericolo che compaiono sulle etichette.

L'etichettatura delle confezioni di sostanze e/o preparati rappresenta un aspetto di fondamentale importanza in termini di prevenzione nei confronti dei rischi connessi con la loro manipolazione. Ciò a ragione del crescente numero di sostanze che si rivelano dannose per la salute. Si pensa che su oltre 70.000 sostanze chimiche commercializzate almeno 20.000 presentino caratteristiche di pericolosità. Di grande importanza risulta altresì la necessità di operare a livello internazionale al fine di proporre interventi cautelativi omogenei in tutti i paesi.

Nella direttiva base è stata compilata una lista di oltre 1.000 sostanze per le quali sono state assegnate le specifiche frasi di rischio, contraddistinte con le sigle R1, R2 ..Rn ed i rispettivi consigli di prudenza, contrassegnati con le sigle S1, S2 ..Sn. Secondo questa direttiva chiunque intenda immettere sul mercato una sostanza deve previamente acquisire tutti i dati possibili sulla nocività e pericolosità del prodotto, riportando in modo chiaro sulla etichetta della confezione:

- il nome e l'indirizzo del fabbricante, del distributore e dell'importatore;
- il nome della sostanza;
- i simboli e le indicazioni di pericolo;
- le frasi di rischio specifiche per quella sostanza (frasi R);
- i consigli di prudenza (frasi S).

In questa classificazione non sono previste quelle sostanze per le quali esistono normative specifiche come: medicinali, gas compressi, munizioni, alimentari, etc. Anche per le sostanze radioattive sono previste normative specifiche. Ne deriva che sarebbe estremamente importante, ai fini della sicurezza nella manipolazione delle sostanze chimiche, imparare subito a leggere e capire il significato delle etichette poste sulle confezioni dei reagenti e/o dei preparati che entrano in laboratorio ed associare ad essi immediati criteri di sicurezza o meglio ricavandoli sulla base dei rischi segnalati da Frasi R e dei consigli di prudenza (Frase S). Sono disponibili, nei siti web delle ditte produttrici e/o fornitrici di prodotti

chimici, sezioni denominate Safety Data Sheet, nelle quale è possibile consultare e scaricare, gratuitamente, le schede di sicurezza di oltre 75.000 prodotti. Queste schede contengono oltre alle caratteristiche chimico e chimico-fisiche dei reagenti anche le indicazioni da seguire in caso di incidente (ingestione, contatto, etc.), i dati di tossicità e le normative per la manipolazione, lo stoccaggio e l'eliminazione delle sostanze.

Il Ministero della Salute provvede periodicamente ad aggiornare la classificazione dei prodotti chimici. Il recente D.M. 12 dicembre 2002 ha apportato alcune correzioni al D.M. del 14 giugno 2002 riportante un elenco consolidato delle sostanze chimiche di cui all'allegato I del decreto ministeriale 28 aprile 1997 e successivi aggiornamenti, modifiche ed integrazioni, oltre ad un elenco consolidato dei simboli e indicazioni di pericolo delle sostanze e preparati pericolosi, e gli elenchi delle frasi di rischio e dei consigli di prudenza.

Il D.M. del 14 giugno 2002, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 244 del 17/10/2002 – S.O. n. 197, ha recepito nel nostro ordinamento la direttiva 2001/59/CE recante il XXVIII adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE, in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose. Con tale adeguamento è stato aggiornato, ed in alcuni casi corretto, il testo della Direttiva 67/548/CEE, inserendo le nuove sostanze notificate come pericolose oltre a correggere alcune specifiche di certe sostanze già presenti in elenco. In particolare è stata rivista la frase R40 - *Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti* - con riferimento alle sostanze cancerogene di categoria 3 ed è stato aggiunto in allegato III la frase R68 "possibilità di effetti irreversibili" ed adeguata la sezione relativa ai criteri per la classificazione, l'indicazione del pericolo e la scelta delle frasi indicanti i rischi per le *sostanze mutagene*.

Le sostanze mutagene sono suddivise in tre categorie:

*Categoria 1* Sostanze di cui si conoscono gli effetti mutageni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e alterazioni genetiche ereditarie.

*Categoria 2* Sostanze che dovrebbero essere considerate mutagene per l'uomo. Esistono prove sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo alla sostanza possa provocare lo sviluppo di alterazioni genetiche ereditarie, in generale sulla base di: adeguati studi su animali, o altre informazioni rilevanti.

*Categoria 3* Sostanze da considerare con sospetto per i loro possibili effetti mutageni. Esistono prove fornite da studi specifici sugli effetti mutageni, che tuttavia non sono sufficienti per classificare la sostanza nella categoria 2.

Simboli e frasi di rischio utilizzati per le sostanze mutagene:

*Categoria 1 e 2:* alle sostanze classificate come mutagene della categoria 1 o 2 si applicano il simbolo «T» e la frase di rischio R46. Può provocare alterazioni genetiche ereditarie.

*Categoria 3:* alle sostanze classificate come mutagene della categoria 3 si

applicano il simbolo «Xn» e la frase di rischio R68 Possibilità di effetti irreversibili.

Le sostanze cancerogene sono suddivise in tre categorie:

*Categoria 1:* sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione umana ad una sostanza e lo sviluppo di tumori.

*Categoria 2:* sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione umana ad una simile sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di adeguati studi a lungo termine effettuati su animali, ed altre informazioni specifiche.

*Categoria 3:* sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo, per le quali tuttavia le informazioni disponibili non sono sufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente. Esistono alcune prove ottenute mediante adeguati studi sugli animali che non bastano tuttavia per classificare la sostanza nella categoria 2.

Simboli e frasi di rischio utilizzati per le sostanze cancerogene:

*Categoria 1 e 2:* alle sostanze classificate come cancerogene della categoria 1 o 2 sono attribuiti il simbolo "T" e la frase di rischio R45 Può provocare il cancro.

Tuttavia, per le sostanze ed i preparati che presentino un rischio cancerogeno soltanto per inalazione, ad esempio perché sotto forma di polveri, vapori o fumi (le altre vie di esposizione, ad esempio per ingestione o a contatto con la pelle, non presentano alcun rischio cancerogeno), vanno utilizzati il simbolo "T" e la frase di rischio specifici: R49 Può provocare il cancro per inalazione.

*Categoria 3:* alle sostanze classificate come cancerogene della categoria 3 sono attribuiti il simbolo "Xn" e la frase di rischio R40 Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti.

Dovranno inoltre essere ridotte al minimo le cavie utilizzate sperimentalmente per determinare le proprietà delle sostanze e preparati pericolosi.

### **3.3 La valutazione del rischio chimico**

La valutazione del rischio è il processo utilizzato per stimare l'incidenza e la gravità degli effetti nocivi per la salute derivanti dall'esposizione ad un determinato pericolo presente sul luogo di lavoro. I quattro elementi principali della valutazione del rischio, come abbiamo visto nel capitolo 1.3, sono: l'identificazione del rischio, la caratterizzazione del rischio, la valutazione dose-effetto e dose-risposta, e la valutazione dell'esposizione.

Dall'esito della valutazione scaturisce la decisione se effettuare o meno la sorveglianza sanitaria. Il processo di valutazione del rischio deve essere utilizzato inoltre per sviluppare strategie di prevenzione e controllo, dando loro l'appro-



priata priorità, e per la comunicazione del rischio, formazione e informazione dei lavoratori.

Oltre ad eseguire la valutazione del rischio, il datore di lavoro ha la responsabilità di proteggere adeguatamente la popolazione esposta. Tale responsabilità dovrà basarsi anche su considerazioni politiche e socioeconomiche, come per esempio la considerazione della presenza di preoccupazioni di carattere sociale (opinione pubblica) e la percezione del rischio.

In realtà la responsabilità del datore di lavoro si estende ancora oltre. Prima di dare corso al processo di valutazione del rischio, ne dovrebbero essere esplicitamente definiti gli obiettivi, dovrebbe essere cioè chiara la politica aziendale per la sicurezza e la protezione della salute.

Subito dopo ogni modifica nel ciclo produttivo, nella progettazione di una macchina o nelle procedure operative e di manutenzione, è necessario verificare che i pericoli e le situazioni di rischio a suo tempo valutati siano ancora sotto controllo, e che la valutazione del rischio sia aggiornata, ad ogni variazione del ciclo produttivo.

La valutazione del rischio andrebbe vista come un sistema vivente e dinamico, capace di fare tesoro dell'esperienza degli individui che la hanno realizzata, e dovrebbe rispecchiare quello che sta attualmente succedendo, e non ciò che potrebbe in futuro avvenire.

Per ottenere ciò è necessario un insieme di condizioni, che delineeremo pienamente nel capitolo 7 nel trattare del modello per la gestione del rischio da noi proposto. I lavoratori devono essere formati in modo adeguato in modo da riconoscere le evoluzioni degli ambienti di lavoro e di essere in grado di segnalare tempestivamente eventuali problemi o disfunzioni che fossero sfuggiti alla precedente analisi. La sorveglianza sanitaria dovrebbe essere sempre prevista come strumento di controllo dell'attività di valutazione e quindi fornire dati epidemiologici mirati ai rischi identificati dalla valutazione, o eventualmente ad altri rischi non identificati, ma comunque presenti negli ambienti di lavoro. L'identificazione di problemi dovrebbe spingere a verificare, mediante audit, le deviazioni dalle corrette pratiche di lavoro. Lo stesso processo di valutazione dovrebbe essere periodicamente sottoposto a revisione.

Il rischio può essere definito in termini qualitativi, semiquantitativi o quantitativi:

- *Qualitativi*: si utilizza un giudizio per stimare il livello di rischio.
- *Semiquantitativi*: i rischi possono essere enunciati e messi in ordine di importanza in relazione ad una scala comparativa o usando una matrice di rischio.
- *Quantitativi*: i rischi possono essere descritti attraverso una valutazione numerica (come ad esempio la frequenza di malattia, di morte, etc.).

Le matrici di rischio più comunemente usate sono su base semiquantitativa, sull'intersecarsi di giudizi su frequenza e gravità dei rischi.

Una delle più importanti tappe nella valutazione del rischio (risk asses-

ment) è la stima del rischio; tale operazione permette di determinare se il livello di rischio è tollerabile, o alto a tal punto da risultare inaccettabile, nel qual caso necessita di provvedimenti immediati. Per definire questi livelli è necessario utilizzare dei criteri di riferimento (standard) che possano darci un'idea, di quanto il rischio possa essere accettabile o tollerabile.

Gli standard sono solitamente riconducibili e a tre categorie: (i) *comparativi o basati sull'equità*: in questo caso, lo standard di riferimento è quello che viene di solito considerato accettabile nella vita normale, o si basa su altre premesse per stabilire l'aspettativa di protezione; (ii) *basati sull'analisi costo-beneficio*, dove viene fatto un confronto diretto tra il costo della malattia e il costo delle misure di riduzione/prevenzione del rischio di malattia; (iii) *basate sulla tecnologia*, in cui essenzialmente si ritiene che una prevenzione del rischio di livello soddisfacente si ottenga impiegando la migliore e pertinente tecnologia attualmente disponibile allo stato dell'arte.

Il riferimento a ciascuno standard implica un preciso modello concettuale della sicurezza. I modelli sono basati sull'assunzione dell'esistenza di una soglia tra l'esposizione o la dose e la risposta sanitaria che interessa. Gradualmente nel tempo si è assistito ad una sottile ma determinante trasformazione della terminologia, nella quale il termine "rischio" ha gradualmente preso il posto di quello "sicurezza". In altre parole, mentre i modelli tradizionali assumevano che nessun danno potesse avvenire al di sotto del limite di sicurezza, oggi si afferma che al di sotto del limite non vi sia apprezzabile aumento del rischio. Ciò non esclude, in definitiva, la possibilità di eventi stocastici quali le alterazioni genetiche, che possono tradursi in effetti teratogeni o tumori; tuttavia la frequenza di tali eventi nella popolazione esposta al di sotto dello standard non sarà superiore a quella osservabile nella popolazione generale non esposta.

L'approccio concettuale che ha portato alla definizione dei valori limite soglia (TLV) dell'ACGIH era basato sulla ricerca di alterazioni della funzione di organi e strutture biologiche nei lavoratori esposti. Si assumeva l'esistenza di una soglia nella relazione dose-risposta, al di sotto della quale nessun effetto patologico può essere rilevato nei lavoratori. I TLV sono espressi di solito come media pesata (TWA) per 8 ore di lavoro in una settimana di 40 ore lavorative. Sono anche previsti valori-soglia per esposizioni di breve durata (STEL) e valori da non superare in nessun caso (Ceiling).

I TLV si riferiscono ad inquinanti aerodispersi e rappresentano condizioni nelle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa essere esposta nel tempo senza apprezzabili effetti nocivi. E' espressamente enunciato che la sensibilità degli individui verso le sostanze chimiche è variabile, e dunque alcuni lavoratori potrebbero presentare effetti nocivi anche dopo esposizione a livelli inferiori al TLV. I TLV non rappresentano una netta linea di demarcazione tra situazioni sicure e pericolose. Essi tuttavia postulano l'esistenza di una soglia biologica al di sotto della quale non si verificano effetti patologici.

L'ACGIH ha fissato anche i valori indice di esposizione biologica (BEI), che

costituiscono i riferimenti da usare nel valutare la concentrazione degli inquinanti nei campioni biologici dei lavoratori.

Mentre i primi TLV erano basati esclusivamente su dati ricavati dall'osservazione dei lavoratori, è stato ben presto necessario stabilire standard basati sugli effetti osservati negli animali o in laboratorio. Ciò è stato fatto mediante opportuni fattori di sicurezza. E' comunque un dato di fatto che gli standard sono stati più volte modificati, e sempre al ribasso, mano a mano che procedevano le conoscenze tossicologiche.

Il sistema dei TLV si è rivelato efficace nella prevenzione degli effetti acuti degli agenti chimici. Molto meno accertata è la sua efficacia preventiva verso gli effetti cronici, soprattutto nel caso di esposizione a molteplici sostanze chimiche di uso professionale, o quando si verifichi la contemporanea esposizione ad agenti chimici extralavorativi (es.: fumo di sigaretta, alcol, farmaci).

Al fine di valutare l'esposizione continua per via inalatoria di una popolazione che comprenda al suo interno anche gruppi di persone ipersensibili è stata sviluppata dall'EPA una diversa metodologia, che ha portato alla definizione dei NOAEL (concentrazione alla quale, dopo esposizione per l'intera vita, non si è osservato alcun effetto patologico) e dei LOEL (concentrazione più bassa alla quale si osservano effetti). Gli effetti considerati per fissare gli standard escludono il cancro e le altre manifestazioni stocastiche. I valori fissati hanno larghi margini di incertezza, talora giungenti ad un ordine di grandezza.

Una filosofia diversa ha ispirato altri standard per sostanze chimiche, quali i NAAQS (standard nazionali per la qualità dell'aria ambiente) che sono pensati specificamente per proteggere gli individui ipersensibili come gli asmatici o gli enfisematosi nel corso delle loro comuni attività, o gli HAP (standard per inquinanti rischiosi) che sono stati proposti per alcuni agenti chimici cancerogeni. La metodologia per stabilire gli HAP è articolata in due stadi: il primo, tecnologico, tende al massimo controllo sulle emissioni ottenibile con la tecnologia (MACT); il secondo, sanitario, stima il rischio residuo dopo l'uso del MACT.

In Europa è tuttora in atto uno sforzo per armonizzare gli standard dei diversi paesi membri, tramite la fissazione di standard indicativi (OEL).

### **3.4 Caratteristiche del rischio chimico – la normativa italiana**

Il nostro ordinamento legislativo ha recepito la direttiva 98/24/CE del Consiglio del 7/4/1998 (quattordicesima direttiva particolare che ha fatto seguito alla direttiva-quadro 89/391/CE del 12/6/1989) con il decreto legislativo 2/2/02 n. 25. Tale decreto ha aggiunto al Titolo VII del D.Lgs 626/94, riguardante la "protezione da agenti cancerogeni e mutageni" il Titolo VII-bis riguardante la "protezione da agenti chimici".

Il campo d'applicazione del D.Lgs 25/02 è molto ampio, in quanto considera gli agenti chimici presenti durante il lavoro a qualunque titolo: impiego, depo-

sito, trasporto, risultato desiderato o indesiderato del processo produttivo, ecc. Anche la definizione di “agente chimico” è molto estensiva e comprende tutti gli elementi ed i loro composti chimici, sia da soli che in miscela, qualunque sia la loro provenienza, forma e modalità che ne determinano la presenza. Gli agenti chimici “pericolosi” comprendono tutte le sostanze classificate ufficialmente come tali dalla Comunità (i cui elenchi vengono costantemente aggiornati e recepiti nella normativa nazionale), nonché le sostanze classificate provvisoriamente come pericolose dal responsabile dell’immissione sul mercato dei nuovi prodotti (secondo quanto previsto dal D.Lgs 52/97 e D.Lgs 285/98), e a tutte quelle ad esse corrispondenti comprese nei prodotti cosmetici, farmaceutici, fitosanitari, alimentari, munizioni ed esplosivi, ecc. Vengono poi considerati pericolosi anche gli agenti chimici che possono rappresentare un rischio per la salute in virtù delle loro proprietà chimico-fisiche, chimiche o tossicologiche e delle modalità con cui sono utilizzati o presenti sul luogo di lavoro.

Nel D.Lgs 25/02 viene introdotto il concetto di “rischio moderato” e viene stabilito che quando il processo valutativo indichi che non si supera tale soglia di rischio, il datore di lavoro sia sollevato dall’applicazione di specifiche misure di tutela quali la sorveglianza sanitaria, le cartelle sanitarie e di rischio, le misure specifiche di protezione e prevenzione, le disposizioni in caso di incidenti o di emergenza. Le linee guida sull’applicazione del Titolo VII-bis del D.Lgs 626/94 relative alla protezione da agenti chimici elaborate dal Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome puntualizzano il fatto che nelle traduzioni della direttiva 98/24/CE il termine è stato univocamente definito come rischio basso o irrilevante. D’altro canto le direttive recepite nel nostro ordinamento non possono ridurre i livelli di tutela della salute e sicurezza raggiunti nelle norme nazionali previgenti; il DPR 303/56 prevedeva l’esonero dagli obblighi di sorveglianza sanitaria nel caso che il rischio per la salute “possa fondatamente ritenersi irrilevante”.

Il Coordinamento inoltre mette in evidenza una importante differenza tra la Direttiva 98/24/CE ed il D.Lgs 25/02. Nella prima il livello del rischio viene determinato solo dalla quantità dell’agente chimico, mentre nella legge italiana i parametri da prendere in considerazione sono il tipo e la quantità dell’agente chimico, nonché le modalità e frequenza di esposizione all’agente stesso. In ogni caso è stabilito che le misure di prevenzione e protezione siano tali da ridurre il rischio.

Il processo di valutazione dei rischi, che ricalca quello più generale sopra esposto ed individuato dalla Linee Guida CEE per effettuare la valutazione di rischi, prevede una prima fase di identificazione dei pericoli e una successiva di valutazione propriamente detta. Il datore di lavoro deve quindi effettuare una preliminare determinazione di tutti gli agenti chimici utilizzati, o comunque presenti nel luogo di lavoro o in una qualche fase del processo produttivo, indicando per ciascuno la classificazione CE (quando esistente) o la pericolosità per la salute e la sicurezza, nonché le quantità utilizzate, il modo e luogo di uso dell’a-

gente. Per la valutazione, le variabili da prendere in considerazione comprendono:

- le proprietà pericolose dell'agente, individuabili dalle frasi R che accompagnano la classificazione CE, o in sua mancanza da dati tossicologici, che possono essere ricavate da banche-dati specifiche;
- le informazioni contenute nella scheda di sicurezza;
- il livello, tipo e durata di esposizione, determinate sulla base di misurazioni (già eseguite in precedenza o programmate ad hoc) o mediante stime qualitative;
- le circostanze di svolgimento del lavoro e le quantità di agente in uso;
- i valori limite dell'agente, se esistenti;
- gli effetti delle misure preventive e protettive adottate;
- i dati anonimi collettivi ricavati dalla sorveglianza sanitaria.

Al termine della valutazione, il datore di lavoro può giungere alla “giustificazione che la natura e l'entità dei rischi rendono non necessaria una ulteriore valutazione maggiormente dettagliata dei rischi”. In caso contrario, sarà necessario prevedere ulteriori approfondimenti.

In ogni caso, il datore di lavoro è tenuto a predisporre opportuni provvedimenti di prevenzione e protezione, in altre parole, egli deve proseguire la gestione del rischio anche in presenza di un rischio “moderato”.

La valutazione deve essere predisposta prima dell'inizio di una attività produttiva e questa può iniziare solo dopo avere effettuato la valutazione e predisposto le adeguate misure di prevenzione.

Nei casi in cui non sia possibile pervenire alla “giustificazione” di cui sopra, è necessario provvedere alla misurazione dell'agente chimico. La misurazione è obbligatoria anche ogni volta che sono modificate le condizioni produttive e deve essere ripetuta periodicamente per controllare i livelli di esposizione dei lavoratori. Essa deve avvenire con metodiche standardizzate, che devono essere espressamente indicate nel documento di valutazione dei rischi. Si deve fare riferimento alla norma UNI-EN 689 “Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione” che ha carattere generale e alle norme UNI che si riferiscono alle diverse metodiche: campionatori di particelle aerodisperse (UNI-EN 481), campionatori passivi (UNI-EN 838), fialette rivelatrici (UNI-EN 1231), tubi di assorbimento attivi (UNI-EN 1076), pompe per il campionamento personale e statico (UNI-EN 1232, UNI-EN 12919). La norma UNI-EN 689 prevede che si segua una precisa strategia di misurazione nella quale si identificano dapprima gli addetti da campionare e si stabiliscono quindi le misurazioni da effettuarsi in condizioni rappresentative e quelle da effettuarsi nelle condizioni-limite o peggiori. La procedura di misurazione deve fornire una rappresentazione fedele dell'esposizione con il minor numero di campioni possibile. L'esposizione misurata può essere quindi sintetizzata con due diverse procedure, una “formale”, per basso numero di campioni, ed una “statistica”, per un alto numero, e confronta-

ta con i valori limite. Si deve adottare un criterio per stabilire le modalità e la periodicità delle misurazioni di controllo.

Il D.Lgs 626/94 così come modificato dal D.Lgs 25/02 non contiene indicazioni sui valori-limite professionali, tranne quello del piombo inorganico che è peraltro talmente elevato rispetto alle conoscenze tossicologiche attuali (e anche a quelle di un quarto di secolo fa: si vedano al proposito le indicazioni del Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale di S. Margherita Ligure del 1978, che proponevano limiti quasi quattro volte inferiori a quello attuale) che il Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, nelle Linee guida sull'applicazione del Titolo VII-bis del D.Lgs 626/94, consiglia esplicitamente di non seguire tale indicazione, ma di tenere conto delle attuali conoscenze in tema di tossicologia. Il consiglio che lo Stesso Coordinamento dà, e che ci pare corretto, è di utilizzare come standard in via prioritaria la lista dei valori limite indicativi elaborati dalla Comunità Europea, sinora limitata a 63 agenti chimici (Direttiva 39/2000/CE dell'8/6/00), e quindi quella dei TLV dell'ACGIH. E' noto che esistono discrepanze talora rilevanti nei valori di riferimento proposti da organismi diversi, ad esempio in Europa tra i diversi stati nazionali che hanno sviluppato un proprio sistema di valori-limite (deriva in parte da questo la difficoltà che incontra il Comitato scientifico sui limiti occupazionali SCOEL a fornire alla Commissione Europea le proposte di valori limite, e soprattutto la difficoltà che incontra il Gruppo ad hoc della Commissione, organismo tripartito che riunisce rappresentanti dei datori di lavoro, dei lavoratori e dei Governi, a giungere ad una conclusione univoca) e negli Stati Uniti tra l'ACGIH (tradizionalmente più vicina alle esigenze dei produttori) ed enti governativi come l'OSHA o il NIOSH. Le discrepanze derivano in parte dalle diverse finalità e metodologie con cui sono costruiti gli standard, ma anche dal fatto che la scelta di un limite non deriva esclusivamente da considerazioni scientifiche e mediche, ma da un insieme di fattori che comprendono anche motivazioni di carattere produttivo e tecnico.

La soluzione più corretta per dirimere eventuali divergenze ci sembra quella di coinvolgere a pieno titolo nell'interpretazione dei dati i lavoratori e i loro rappresentanti. Le scelte operate dovrebbero essere giustificate e la comunicazione di tale decisione può rappresentare una tappa del processo formativo e informativo dei lavoratori.

Se i risultati della valutazione del rischio dimostrano la presenza di uno o più agenti chimici pericolosi per la salute, il cui rischio non è del tutto irrilevante (o "moderato" nell'accezione che a tale termine dà il Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome) è obbligatorio predisporre la sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

A questo proposito, il disposto legislativo ancora una volta si presta a qualche difficoltà interpretativa, on quanto nell'elenco delle categorie di pericolo sono omessi i prodotti corrosivi, cancerogeni e mutageni. Dopo una attenta disa-







mina, il Coordinamento Tecnico nelle Linee guida sull'applicazione del Titolo VII-bis del D.Lgs 626/94 afferma che la sorveglianza sanitaria debba essere eseguita in caso di esposizione a tutti gli agenti chimici pericolosi.

La periodicità degli accertamenti sanitari dovrebbe essere “di norma” annuale, ma è ammessa una periodicità diversa stabilita dal medico competente con adeguata motivazione che dovrà essere riportata nel documento di valutazione dei rischi (comunque messa per iscritto nelle aziende con meno di 11 dipendenti che non sono tenute a redigere un documento di valutazione dei rischi) e resa nota al rappresentante dei lavoratori per la sicurezza. Il Coordinamento Tecnico osserva che è bene che tali motivazioni si avvalgano, oltre che della valutazione del rischio, dei risultati dell'osservazione sanitaria condotta per tempi sufficientemente prolungati e comunque non sulla base di osservazioni estemporanee o occasionali.

Le visite mediche dovranno essere integrate da accertamenti mirati al rischio, necessari ai fini della valutazione dello stato di salute e dell'espressione del giudizio di idoneità e a basso rischio per il lavoratore. Ciò si applica anche alle tecniche di monitoraggio biologico.

Il lavoratore esposto ad agenti chimici è tenuto a sottoporsi ad una “visita di fine rapporto” in stretta analogia con quanto avveniva finora per i lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti.

**Figura 3.1 - Simboli che compaiono sulle etichette assieme alle frasi di rischio.**

<p data-bbox="199 245 370 278">Esplosivi (E)</p> 	<p>sostanze o preparati che possono esplodere per riscaldamento o a contatto di una fiamma per attriti o urti (sostanze più sensibili del nitrobenzene) per mescolamento con combustibili</p>
<p data-bbox="199 442 417 475">Infiammabili (F)</p> 	<ul data-bbox="345 487 1101 693" style="list-style-type: none"><li>- sostanze o preparati il cui punto di infiammabilità (flash point) è inferiore ai 21 °C</li><li>- sostanze che, a temperatura e pressione ambiente, si infiammano all'aria senza apporto di energia</li><li>- solidi che per vicinanza ad una sorgente di accensione si infiammano facilmente, mantenendo la fiamma anche dopo allontanamento della sorgente</li></ul>
<p data-bbox="199 729 409 762">Comburenti (O)</p> 	<p>sostanze e preparati che a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano reazioni fortemente esotermiche</p>
<p data-bbox="199 951 342 984">Tossici (T)</p> 	<p>prodotti che per ingestione, inalazione o penetrazione cutanea possono comportare gravi rischi per la salute sotto forma di intossicazione acuta o cronica e, in casi estremi la morte</p>
<p data-bbox="199 1170 358 1203">Nocivi (Xn)</p> 	<p>sostanze o preparati che per ingestione, inalazione o penetrazione cutanea possono comportare rischi e pericoli limitati per l'organismo</p>
<p data-bbox="199 1388 361 1421">Irritanti (Xi)</p> 	<p>sostanze non corrosive che per contatto immediato o prolungato provocano infiammazioni o irritazioni della pelle o delle mucose</p>



### Corrosivi (C)



prodotti che a contatto coi tessuti vivi o con le attrezzature di laboratorio, li distruggono

### Radioattivi (R)



sostanze capaci di emettere radiazioni ionizzanti

### Estremamente Infiammabili (F+)



prodotti o preparati liquidi il cui punto d'infiammabilità è inferiore a 0 °C ed il cui punto di ebollizione è minore o uguale a 35 °C

### Molto tossiche (T+)



sostanze che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea possono provocare lesioni o rischi estremamente gravi, compresa la morte

### Pericolose per l'ambiente (N)



sostanze il cui utilizzo può provocare rischi a breve o lungo termine per l'ambiente

Fraasi di rischio:

- R 50 Altamente tossico per gli organismi acquatici
- R 51 Tossico per gli organismi acquatici
- R 52 Nocivo per gli organismi acquatici
- R 53 Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
- R 54 Tossico per la flora
- R 55 Tossico per la fauna
- R 56 Tossico per gli organismi del terreno
- R 57 Tossico per le api
- R 58 Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente
- R 59 Pericoloso per lo strato di ozono

### Cancerogene

sostanze che per ingestione, inalazione o penetrazione cutanea possono produrre il cancro o aumentarne la frequenza

Fraasi di rischio:

- R 45 Può provocare il cancro
- R 49 Può provocare il cancro per inalazione

<p><b>Teratogene</b></p> <p>sostanze che possono risultare dannose per lo sviluppo normale del feto</p> <p>Frase di rischio: R 47 Può provocare malformazioni congenite</p>
<p><b>Mutagene</b></p> <p>sostanze che possono risultare dannose per lo sviluppo normale delle cellule</p> <p>Frase di rischio: R 46 Può provocare alterazioni genetiche ereditarie</p>

**Tabella 3.1 - Elenco delle frasi di rischio e dei consigli di prudenza desunti dal D.M. 16/2/93 e dal XVIII Adeguamento (Allegati III e IV Direttiva 67/548/CEE)**

---

R1:	Esplosivo allo stato secco.
R2:	Rischio per esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione.
R3:	Elevato rischio per esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione.
R4:	Forma composti metallici esplosivi molto sensibili.
R5:	Pericolo di esplosione per riscaldamento.
R6:	Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria.
R7:	Può provocare un incendio.
R8:	Può provocare l'accensione di materie combustibili.
R9:	Esplosivo in miscela con materie combustibili.
R10:	Infiammabile.
R11:	Facilmente infiammabile.
R12:	Altamente infiammabile.
R13:	Gas liquefatto altamente infiammabile.
R14:	Reagisce violentemente con l'acqua.
R15:	A contatto con l'acqua libera gas facilmente infiammabile.
R16:	Pericolo di esplosione se mescolato con sostanze comburenti.
R17:	Spontaneamente infiammabile all'aria.
R18:	Durante l'uso può formare con aria miscele esplosive/infiammabili.
R19:	Può formare perossidi esplosivi.
R20:	Nocivo per inalazione.

- R21: Nocivo a contatto con la pelle.
- R22: Nocivo per ingestione.
- R23: Tossico per inalazione.
- R24: Tossico a contatto con la pelle.
- R25: Tossico per ingestione.
- R26: Altamente tossico per inalazione.
- R27: Altamente tossico a contatto con la pelle.
- R28: Altamente tossico per ingestione.
- R29: A contatto con l'acqua libera gas tossici.
- R30: Può divenire facilmente infiammabile durante l'uso.
- R31: A contatto con acidi libera gas tossici.
- R32: A contatto con acidi libera gas altamente tossici.
- R33: Pericolo di effetti cumulativi.
- R34: Provoca ustioni.
- R35: Provoca gravi ustioni.
- R36: Irritante per gli occhi.
- R37: Irritante per le vie respiratorie.
- R38: Irritante per la pelle.
- R39: Pericolo di effetti irreversibili molto gravi.
- R40: Possibilità di effetti irreversibili .
- R41: Rischio di gravi lesioni oculari.
- R42: Può provocare sensibilizzazione per inalazione.
- R43: Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle.
- R44: Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato.
- R45: Può provocare il cancro.
- R46: Può provocare alterazioni genetiche ereditarie.
- R47: Può provocare malformazioni congenite.
- R48: Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata.
- R49: Può provocare il cancro per inalazione.
- R50: Altamente tossico per gli organismi acquatici.
- R51: Tossico per gli organismi acquatici.
- R52: Nocivo per gli organismi acquatici.
- R53: Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- R54: Tossico per la flora.
- R55: Tossico per la fauna.
- R56: Tossico per gli organismi del terreno.
- R57: Tossico per le api.
- R58: Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente.
- R59: Pericoloso per lo strato di ozono.
- R60: Può ridurre la fertilità.
- R61: Può danneggiare i bambini non ancora nati.

- R62: Possibile rischio di ridotta fertilità.
- R63: Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati.
- R64: Possibile rischio per i bambini allattati al seno.
- R14/15: Reagisce violentemente con l'acqua liberando gas facilmente infiammabili.
- R15/29: A contatto con l'acqua libera gas tossici e facilmente infiammabili.
- R20/21: Nocivo per inalazione e contatto con la pelle.
- R20/21/22: Nocivo per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.
- R21/22: Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione.
- R23/24: Tossico per inalazione e contatto con la pelle.
- R23/25: Tossico per inalazione e ingestione.
- R23/24/25: Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.
- R24/25: Tossico a contatto con la pelle e per ingestione.
- R26/27: Altamente tossico per inalazione e contatto con la pelle.
- R26/28: Altamente tossico per inalazione e per ingestione.
- R26/27/28: Altamente tossico per inalazione, contatto con la pelle e ingestione.
- R27/28: Altamente tossico a contatto con la pelle e per ingestione.
- R36/37: Irritante per gli occhi e le vie respiratorie.
- R36/38: Irritante per gli occhi e per la pelle.
- R36/37/38: Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle.
- R37/38: Irritante per le vie respiratorie e la pelle.
- R39/23: Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione.
- R39/24: Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle.
- R39/25: Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione.
- R39/23/24: Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle.
- R39/23/25: Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione.
- R39/24/25: Pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per ingestione.
- R39/23/24/25: Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
- R39/26: Altamente tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione.
- R39/27: Altamente tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle.
- R39/28: Altamente tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione.

- R39/26/27: Altamente tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle .
- R39/26/28: Altamente tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione.
- R39/27/28: Altamente tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per ingestione.
- R39/26/27/28: Altamente tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
- R40/20: Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione.
- R40/21: Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle.
- R40/22: Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per ingestione.
- R40/20/21: Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione e a contatto con la pelle.
- R40/20/22: Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione e ingestione.
- R40/21/22: Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle e per ingestione.
- R40/20/21/22: Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
- R42/43: Può provocare sensibilizzazione per inalazione e a contatto con la pelle.
- R48/20: Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione.
- R48/21: Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata e a contatto con la pelle.
- R48/22: Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per ingestione.
- R48/20/21: Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle.
- R48/20/22: Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione.
- R48/21/22: Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione.
- R48/20/21/22: Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
- R48/23: Tossico: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione.
- R48/24: Tossico: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle.
- R48/25: Tossico: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per ingestione.
- R48/23/24: Tossico: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposi-

- zione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle.
- R48/23/25: Tossico: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione.
- R48/24/25: Tossico: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione.
- R48/23/24/25: Tossico: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
- R50/53: Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- R51/53: Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- R52/53: Nocivo per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- S1: Conservare sotto chiave.
- S2: Conservare fuori della portata dei bambini.
- S3: Conservare in luogo fresco.
- S4: Conservare lontano da locali di abitazione.
- S5: Conservare sotto ... (liquido appropriato da indicarsi da parte del fabbricante).
- S6: Conservare sotto ... (liquido appropriato da indicarsi da parte del fabbricante).
- S7: Conservare il recipiente ben chiuso.
- S8: Conservare al riparo dall'umidità.
- S9: Conservare il recipiente ben ventilato.
- S12: Non chiudere ermeticamente il recipiente.
- S13: Conservare lontano da alimenti o mangimi e da bevande.
- S14: Conservare lontano da ... (sostanze incompatibili da precisare da parte del produttore).
- S15: Conservare lontano dal calore.
- S16: Conservare lontano da fiamme e scintille - Non fumare.
- S17: Tenere lontano da sostanze combustibili.
- S18: Manipolare ed aprire il recipiente con cautela.
- S20: Non mangiare ne' bere durante l'impiego.
- S21: Non fumare durante l'impiego.
- S22: Non respirare polveri.
- S23: Non respirare i gas/fumi/vapori/aerosol (termine(i) appropriato(i) da precisare da parte del produttore).
- S24: Evitare il contatto con la pelle.
- S25: Evitare il contatto con gli occhi.
- S26: In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico.
- S27: Togliere di dosso immediatamente gli indumenti contaminati.

- S28: In caso di contatto con la pelle, lavarsi immediatamente e abbondantemente con ... (prodotti idonei da indicarsi da parte del fabbricante).
- S29: Non gettare residui nelle fognature.
- S30: Non versare acqua sul prodotto.
- S33: Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche.
- S34: Evitare l'urto e lo sfregamento.
- S35: Non disfarsi del prodotto e del recipiente se non con le dovute precauzioni.
- S36: Usare indumenti protettivi adatti.
- S37: Usare guanti adatti.
- S38: In caso di ventilazione insufficiente, usare un apparecchio respiratore adatto.
- S39: Proteggersi gli occhi/la faccia.
- S40: Per pulire il pavimento e gli oggetti contaminati da questo prodotto, usare ... (da precisarsi da parte del produttore).
- S41: In caso di incendio e/o esplosione non respirare i fumi.
- S42: Durante le fumigazioni/polverizzazioni usare un apparecchio respiratorio adatto (termine(i) appropriato(i) da precisare da parte del produttore).
- S43: In caso di incendio usare ... (mezzi estinguenti idonei da indicarsi da parte del fabbricante. Se l'acqua aumenta il rischio precisare "Non usare acqua").
- S44: In caso di malessere consultare il medico (se possibile, mostrargli l'etichetta).
- S45: In caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico (se possibile, mostrargli l'etichetta).
- S46: In caso d'ingestione consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore e l'etichetta.
- S47: Conservare a temperatura non superiore a ... °C (da precisare da parte del fabbricante).
- S48: Mantenere umido con ... (mezzo appropriato da precisare da parte del fabbricante).
- S49: Conservare soltanto nel recipiente originale.
- S50: Non mescolare con ... (da specificare da parte del fabbricante).
- S51: Usare soltanto in luogo ben ventilato.
- S52: Non utilizzare su grandi superfici in locali abitati.
- S53: Evitare l'esposizione - Procurarsi speciali istruzioni prima dell'uso.
- S54: Procurarsi il consenso delle autorità di controllo dell'inquinamento prima di scaricare negli impianti di trattamento delle acque di scarico.
- S55: Utilizzare le migliori tecniche di trattamento disponibili prima di

- scaricare nelle fognature o nell'ambiente acquatico.
- S56: Non scaricare nelle fognature o nell'ambiente; smaltire i residui in un punto di raccolta rifiuti autorizzato.
- S57: Usare contenitori adeguati per evitare l'inquinamento ambientale.
- S58: Smaltire come rifiuto pericoloso.
- S59: Richiedere informazioni al produttore/fornitore per il recupero/riciclaggio.
- S60: Questo materiale e/o il suo contenitore devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi.
- S61: Non disperdere nell'ambiente. Riferirsi alle istruzioni speciali/schede informative in materia di sicurezza.
- S62: In caso di ingestione non provocare il vomito: consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta.
- 

## **BIBLIOGRAFIA**

- Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome. Linee guida sull'applicazione del Titolo VII-bis del D.Lgs 626/94 relative alla protezione da agenti chimici. Lavoro e salute. 2003; 1-2: Suppl. 1
- DG V CEE. Linee Guida CEE per effettuare la valutazione di rischi. Fogli di informazione ISPESL 1995; 8.
- Ministero della Salute. DECRETO 12 dicembre 2002 “rettifica al decreto ministeriale 14 giugno 2002, recante il recepimento della direttiva 2001/59/CE recante XXVIII adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE, in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose”, pubblicato sulla GURI n. 15 del 20-1-2003.
- Ministero della Salute. DECRETO 14 giugno 2002 “recepimento della direttiva 2001/59/CE recante XXVIII adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE, in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 244 del 17/10/2002 - Suppl. Ordinario n. 197.